# 第4章　電気、ガス、重量物等の取扱い

## 第１節　電気の安全心得

### １　電気事故にはどのようなものがあるか

**⑴ 火災事故**

電気工事の不良による漏電や接触不良、保守の不適による老化・短絡、機器の使用法の誤りや過負荷運転などにより起こる。

**⑵ 感電事故**

電気工事、接地（アース）などの不完全、不適当な機器の使用、不注意などにより生じ、一瞬にして生命を失うことがある。

**⑶ 爆発事故**

コンデンサに過電圧を加えたり、劣化したコンデンサや電解コンデンサに逆電圧を加えると爆発することがある。また、油入変圧器を短絡した際も、爆発が起こることがあるので注意を要する。

これらは、安全、管理の点から種々の電気施設に対し、工事、管理運用面において、いろいろの規則が定められている。

### ２　電気による火災事故

電線が細いと過熱により火災を発生することがある。表４－１に絶縁電線の許容電流値を示す。表４－２は火災事故原因の具体例と予防対策を示したものである。

特に、下記について十分注意すること。

⑴ ヒューズの代用に鉄線を用いたり、回路の容量を超える大容量のヒューズを付けたりすることは絶対にしてはならない。実験の途中など機器をすぐ利用したい場合でも代替品や電線等を便宜的に使用することがないよう必ず予備のヒューズを用意する。また、配線用遮断器（サーキットブレーカ）を使用すれば、ヒューズの保守が不要となる。

⑵ 俗にいう「たこ足配線」（分岐ソケットを用いて数個の器具を用いること。）については、使用する電気容量に十分注意すること。

「たこ足配線」の危険性は、使用する電気容量に大きく左右されるので、テーブルタップに差し込むプラグ数は原則差し込み口数以下とし、別のテーブルタップを接続して差し込み口数を増やすことは行わない。（合計容量は、使用するテーブルタップの容量以下とする。）また、トリップ機能付きテーブルタップの使用を推奨する。

容量の大きな電気器具（電気ストーブ等）は壁コンセントに直接接続すること。また、コンセントが埃まみれにならないよう注意するなど、日頃の点検も必要である。

(3) 法規違反の配線や機器の使用はしない。いわゆる素人工事をやってはならない。

(4) 電気機械器具の故障対策・修理は、専門知識のある技術者か専門工場で行い、臨時応急処置のままで使用することがあってはならない。

(5) 電気設備の手入れを怠らない。常に手入れをし、清浄に保つ。

(6) 配線等を行う時に実験盤やブレーカを切った場合には、感電事故を防ぐためにそれを明示するとともに施錠して他の人があやまって通電しないようにする。

(7) ドラムコードを使用する場合は、ドラムコードの許容電流を守ることはもちろん、ドラムにコードを巻いたままの使用は避ける。コードの放熱がうまくいかず、本学でも火災になった例がある。（定格電流 15A のドラムコードでも巻いたままでは許容電流が 5A 程度となる。）

(8) コンセントは金属バネの力でプラグの端子をはさむ構造になっているが、プラグをさしたまま力をかけたり、繰り返して乱暴に抜き差しをしたり、無理な曲げ方をすると、接触不良になる可能性がある。一度アークが発生すると金属が溶け、コンセント周辺も黒く炭化してますますアーク放電や漏電を起こしやすくなり、結果として火災につながる可能性が非常に大きい。特に大電流（15A以上）を使う場合などはなるべく実験盤から配線するようにし、やむを得ずコンセントから電源をとる場合にはコンセントの劣化や接触不良さらに周辺の状態に気を配り、早めに新しいものと取り替えるなど火災の防止に努める必要がある。また、実験盤から電源をとる場合、負荷容量に見合ったブレーカと配線を使用しないと火災の元となることがある。

(9) もし火災が発生した場合は速やかに電源を遮断するとともに、電気火災に適合した消火器（粉末消火器等）を使って消火する。

**表４－１**　絶縁電線の許容電流

条件　導　　体：銅
　　絶 縁 体：許容温度 60℃のビニルまたは天然ゴムの場合
　　周囲温度：30℃
　　配線方法：がいし引配線および次のものに電線をおさめた配線
　　金属管、金属線ぴ、可とう電線管、合樹脂管、合成樹脂線ぴ

| 導体 種類 | 導体 太さ※ | がいし引配線 | VVケーブル(Fケーブル) 3芯以下 | 管または線ぴに電線をおさめる配線 同一管内または線ぴ内の配線数［本］ 3以下 | 4 | 5～6 | 7～15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 許容電流の比率 | | | | | |
| 種類 | 太さ※ | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 0.63 | 0.56 | 0.49 |
| | | 許容電流［A］ | | | | | |
| 単線 | 1 mm | (16) | － | (11) | (10) | ( 9) | ( 8) |
| 単線 | 1.2 | (19) | (13) | (13) | (12) | (10) | ( 9) |
| 単 | 1.6 | 27 | 19 | 19 | 17 | 15 | 13 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 線 | 2 | 35 | 24 | 24 | 22 | 19 | 17 |
| | 2.6 | 48 | 33 | 33 | 30 | 27 | 23 |
| | 3.2 | 62 | 43 | 43 | 39 | 34 | 30 |
| | 4 | 81 | － | 56 | 51 | 45 | 39 |
| | 5 | 107 | － | 75 | 67 | 60 | 52 |
| 形成単線およびより線 | 0.9 ㎟ | (17) | － | (12) | (10) | ( 9) | ( 8) |
| | 1.25 | (19) | － | (13) | (12) | (10) | ( 9) |
| | 2 | 27 | 19 | 19 | 17 | 15 | 13 |
| | 3.5 | 37 | 24 | 26 | 23 | 20 | 18 |
| | 5.5 | 49 | 34 | 34 | 31 | 27 | 24 |
| | 8 | 61 | 42 | 42 | 38 | 34 | 30 |
| | 14 | 88 | 61 | 61 | 55 | 49 | 43 |
| | 22 | 115 | 80 | 80 | 72 | 64 | 56 |
| | 38 | 162 | 113 | 113 | 102 | 90 | 79 |
| | 60 | 217 | 150 | 152 | 137 | 121 | 106 |
| | 100 | 298 | 202 | 208 | 187 | 167 | 146 |
| | 150 | 395 | 269 | 276 | 248 | 221 | 193 |
| | 200 | 469 | 318 | 328 | 295 | 263 | 230 |
| | 250 | 556 | 367 | 389 | 350 | 310 | 272 |
| | 325 | 650 | 435 | 455 | 410 | 363 | 318 |
| | 400 | 745 | － | 521 | 470 | 417 | 365 |
| | 500 | 842 | － | 590 | 530 | 471 | 413 |

※　中間の太さでは、細いほうの許容電流をとる
※　直径 1.2 ㎜以下及び断面積 1.25 ㎟以下の電線は一般的には配線に使用する電線として認められないため、許容電流は参考値を（　）で示してある

(参考) コードの許容電流
細いビニルコード（断面積 0.75 ㎟）　7A
太いビニルコード（断面積 1.25 ㎟）　12A
極太のビニルコード（断面積 2.00 ㎟）　17A（定格 15A の OA タップ等）

**表４－２**　電気による火災の原因と予防対策

| 原因 | | 予防対策 |
|---|---|---|
| 区分 | 具体例 | |
| 配線の絶縁不良 | 埋込工事やケーブルを造営材にステップルで打ち付ける際の不注意 | 線間、大地間の絶縁抵抗を定期的に測定する。 |
| 接続の不完全 | 電線の接続や、スイッチや器具の端子の締め付け不良 | 常時点検して、完全な状態に保つ。 |
| 機器の不良 | 絶縁の不良、短絡や漏電 | 絶縁抵抗測定や回路試験をして、不良箇所は完全に修理する。 |
| | 型式承認のない粗悪な電気用品の使用 | 良品と交換する。 |
| | 老化 | 耐用年数により更新する。 |

| | | |
|---|---|---|
| 機器の不良 | 手入れ不良（ごみやほこりがついて放熱を妨げたり、ほこりが焼けたりする。）<br><br>長期間コンセントに差し込まれているプラグの電極間にたい積した埃が空気中の湿気で導通状態となり短絡(トラッキング現象) | 常時点検・手入れをして、完全整備状態に保つ。 |
| | 保護装置の不良（サーモスタットの故障、温度ヒューズなし） | 保護装置を修復する。 |
| 機器の誤用 | 過負荷運転 | 定格負荷以内で使用する。 |
| | 許容電流以上の電流を流す。 | 許容電流以内で使用する。 |
| | 目的外使用(電球やコンロをこたつに使う。) | 正しい使用法で使う。 |
| 使用の不適 | 短絡 | 電源接続の前に回路を確認する。 |
| | 使用環境不適（可燃物との接近など） | 環境に適合した使用法をする。 |
| | 通電放置 | 使用時の注意、使用後の確認 |
| | 不注意による転倒 | 使用時の注意 |

## ３　感電事故

人体に対する影響は、心臓を通る電流の大きさと時間に関係があり、指の間などは、相当大電流が流れても死に至ることはない。これらは個人差や感電部分に相異があるので一概にはいえないが、およそ表４－３のようである。

しかし、①汗をかいているとき、②素足でコンクリート、または地上にいるとき、③手足がぬれているとき、④風呂に入っているときなどは、低い電圧でも危険である。また、感電による転倒、墜落などの原因により、さらに事故を大きくすることがあるから、電柱に登るような際には、必ず安全帯を使用する。

**表４－３**　電流値による人体への影響

| 電流値〔mA〕 | 影響 |
|---|---|
| 1 (以下) | 電気的衝撃やしびれを感じる。 |
| 5 以上 | 痛みを感じ、だるさが残る。 |
| 10 | 耐えられないほどの苦痛を感じ、電流の流入点に外傷ができる。 |
| 20 | 筋肉が収縮し、また、けいれんが起こり身体の自由がきかなくなり、感電者自身充電物から逃げることができない。 |
| 30 | 火傷のような症状を生じ、意識を失うこともある。 |
| 50 | 呼吸が止ったり、場合によっては心臓機能が停止したりする。 |
| 100 | 致命的結果を生じ、ほとんどの場合死亡する。 |

## ４　感電を防止するには

(1) 直接電気の通じている部分（充電部）には触れないよう注意する。通電中であるかどうかの確認は、検電器（ドライバの柄に仕組まれたものもある。）又はテスターを使用する。図４－１は検電器の構造を示すが、400Ｖを超える設備等を検電する場合は、危険であるから使用してはならない。

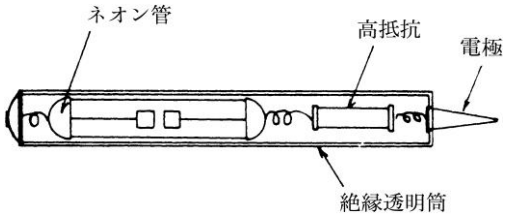



**図４－１**　検電器の構造

(2) 機器には接地（アース）を施し、また、感電の恐れのある電源は、30mA 以下の漏電ブレーカを使用する。

(3) 高圧は触れなくとも危険である。2,500Ｖ以上は 30 ㎝以上、50,000Ｖ以上は１ｍ以上離れなければならない。

(4) 電気機器は、水、特に塩水に濡らしてはならない。なお、濡れている場合は、乾燥した後、絶縁抵抗計（メガテスター）で絶縁抵抗を測定後に使用する。

(5) コンデンサを取り扱う際は、両端子を必ず短絡（放電）してから扱う。短絡する際は、直接短絡せず、抵抗器などを介して行う。コンデンサは、短絡してもその後時間がたつと、電圧を回復し、感電することがある。電解コンデンサ、高圧コンデンサの場合は、特に注意を要する。

(6) オシロスコープで電源電圧を測定する際は、ケースの部分が帯電していることがあるから、ケースを直接触ると感電するおそれがあるため、感電保護具等を着用する。

(7) スイッチの開閉のとき、ハンドルを握らない方の手は他の物、特に金属に触れないこと。スイッチの操作は、右手で行う。左手で行うと、感電のとき心臓に電撃を受ける。

(8) 電磁石のような大きなインダクタンスを有する回路のスイッチを切ると、火花が飛んでやけどや感電するおそれがあるため、感電保護具、防具を着用する。直流電動機の界磁電流を切るときも、素早くスイッチを切ること。

## ５　接地工事

人体への安全を図るため、種々の電気機器は接地（アース）する必要がある。この接地工事にはＡ種、Ｂ種、Ｃ種、Ｄ種接地工事があり、その種類と抵抗値、接地箇所を表４－４、表４－５に示す。ただし、機器の仕様書または取扱説明書がある場合はその指示による。

実験盤の接地端子は、ほとんどＤ種接地である。接地端子の代用にガス管、水道管などを決して用いてはならない。

**表４－４**　接地工事の種類と接地抵抗値および接地線の太さ

| 接地工事の種類 | 接　地　抵　抗　値 | 接　地　線　の　太　さ |
|---|---|---|
| A　種 | 10Ω以下 | 直径 2.6 ㎜又は 5.5 ㎜ $^2$ 以上 |
| B　種 | 変圧器の高圧側、または特別高圧側の電路の１線地絡電流のアンペア数で 150 を除した値に等しいオーム数 | 直径４㎜又は 14 ㎜ $^2$（高圧電流または特別高圧架空電線路とを変圧器に結合する場合は 2.6 ㎜又は 5.5 ㎜ $^2$）以上 |
| D　種 | 100Ω以下（低圧電路において当該電路に地気を生じた場合に、0.5 秒以内に自動的に電路をしゃ断する装置を施設するときは 500Ω以下） | 直径 1.6 ㎜以上 |
| C　種 | 10Ω以下（同上） | 同上 |

**表４－５**　各種機器の接地箇所と接地の種類

| 設　備 | 接　地　箇　所 | 接地工事の種類 |
|---|---|---|
| 300Ｖを超える低圧、または高圧の計器用変成器 | 二次側 | D　種 |
| 300Ｖ以下の低圧用機器 | 外箱、外箱のないものは鉄心 | D　種 |
| 300Ｖを超える低圧用機器 | 外箱、外箱のないものは鉄心 | C　種 |
| 高圧用または特別高圧用機器 | 外箱、外箱のないものは鉄心 | A　種 |
| 300Ｖ以下の屋内金属配線管 | 管 | D　種 |
| 300Ｖを超える屋内金属配線管 | 管 | C　種 |
| 屋内配線用金属線ぴ | 線ぴ | D　種 |
| 300Ｖ以下の屋内配線フレキシブルパイプ | フレキシブルパイプ | D　種 |
| 300Ｖを超える屋内用金属配線管フレキシ | フレキシブルパイプ | C　種 |
| 300Ｖ以下の屋内配線用金属ダクト | ダクト | D　種 |
| 300Ｖを超える屋内配線用の金属ダクト | ダクト | C　種 |
| 300Ｖ以下の屋内配線バスダクト | ダクト | D　種 |
| 300Ｖを超える屋内配線バスダクト | ダクト | C　種 |
| フロアダクト | ダクト | D　種 |
| キャプタイヤケーブルを収める金属装置 | 金属製防護装置 | D　種 |
| 300Ｖ以下の屋内ケーブル配線の金属製接続箱または金属被覆 | 接続箱、金属被覆 | D　種 |
| 前項で 300Ｖを超える場合 | 接続箱、金属被覆 | C　種 |
| 屋内使用の接触線（走行クレーンなど） | 接触線 | A　種 |
| 300Ｖ以下１Ａ以下の放電灯器具 | 外箱、金属製部分 | D　種 |
| 前項で１Ａを超える場合 | 外箱、金属製部分 | C　種 |
| 白熱電燈を収める電気機械器具 | 金属製部分 | D　種 |

## ６　その他電気によって発生する災害

(1) 電熱器の使用は､細心の注意をはらうこと｡これは裸火で左右上下を焦がしたりするほかに、電線を伝って火災を発生させることが多い。紙、布などを近づけると危ない。感電による心配もあるので、使用にあたっては十分に注意すること。

(2) スイッチや電動機、分電盤・実験盤の近くには、燃えやすいものや、爆発しやすいものなどを置かない。ヒューズが飛んだときやブレーカーが遮断した時の火花で火事になることや、やけどをすることがある。

(3) 冷蔵庫などには、自動温度調節用のスイッチが取付けられている。室内に爆発性のガスが充満していると、スイッチを開閉する際の火花が点火源となり爆発事故を起こす場合があるため、薬品の冷蔵には、防爆型冷蔵庫を使用すること。

(4) 可燃性又は支燃性のガス（水素、アセチレン、アンモニア、一酸化炭素、酸素ガスなど)、危険物（アルコール、エーテル、ガソリン、シンナー、ベンジンなど)、粉塵（小麦粉、でんぷん、ココア、粉ミルク、硫黄など)、あるいは危険物（セルロイド、マッチ、石油など）などの存在する場所では､機器の過熱､スイッチを開閉する際の火花､アークなどが点火源になり、爆発事故を起こす場合があるので防爆対策をとることが望ましい。

(5) 腐食性ガス（酸、アルカリ、塩素酸カリ、さらし粉、染料、または電気分解、電気メッキを行う場所、蓄電池室など）の存在する場所では、腐食しにくい材料や器具を使用し、あるいは防食塗料を塗るなどして､容易に腐食劣化しないような特別の処置を施すとともに､定期的（１年毎）に腐食していないか点検する必要がある。

(6) ヒューズが切れたら必ずその原因を調べ、対策を講じた後に取替えること。

## ７　停電時の心得

電気機器は、一般には年に何度かの停電が避けられないことを想定して、対処しておく必要がある。その対応策を以下に記す。

(1) 生命維持装置や冷却することで防爆しているものなど、不慮の停電により大きな災害をもたらす恐れのある電気機器ないしはシステムの電源については、特別の配慮が必要となる。すなわち、電源の安定度の向上ならびに予備電源の設置と相互の迅速な切換えなどについて、万全を期すべきである。

(2) 古い排気装置など回転機を含むある種の装置では、停電した後の再通電時に負荷が過大で、回転機が自力で回転を開始できない場合がある。このような場合、発熱から火災を起こす恐れがあるので注意が必要である｡一般に､夜間などに人のいない部屋で終夜運転の必要な装置（電気炉、排気ポンプなど）には、これら装置ごとに保護リレー等の安全回路を附置する。

(3) 夜間突然に停電して暗闇となっても、わかりやすい所に懐中電灯を常置しておくこと。

(4) 停電の時は、電動機のスイッチを切ること。直流機、誘導機、同期機等は復電したとき焼損

の恐れがある。また、コンデンサ等の電荷を確認の上使用すること。

## ８　低圧電気取扱特別教育について

低圧の充電電路の敷設若しくは修理の作業等を行うには、低圧電気取扱特別教育を修了した者でなければ作業を行うことができません。（労働安全衛生法第 59 条、労働安全衛生規則第 36 条）

また、経済産業省の資格である第二種電気工事士免許を取得していても、低圧電気取扱業務等につく場合は必ず厚生労働省の電気取扱(低圧)作業特別教育を修了していなければなりません。

表４－６は、電気工事士法に基づいて、第二種電気工事士の免状の交付を受けており、低圧電気取扱特別教育を修了した者でなければできない作業である。

**表４－６　電気工事士の資格がないとできない作業**

| |
|---|
| 1　電線を接続する作業 |
| 2　がいしに電線を取付ける作業 |
| 3　電線を、造営材やその他の物に取付ける作業 |
| 4　電線管、線ぴ、ダクトその他これらに類する物に電線を収める作業 |
| 5　配線器具を造営材その他の物に固定し、またはこれに電線を接続する作業。ただし、露出形点滅器または露出形コンセントを取替える作業は除く。 |
| 6　電線管を曲げたり、ねじを切ること。または電線管相互や電線管とボックスその他の附属品とを接続する作業 |
| 7　ボックスを造営材その他の物に取付ける作業 |
| 8　電線、電線管、線ぴ、ダクト、その他これらに類する物が造営材を貫通する部分に、防護装置を取付ける作業 |
| 9　金属の電線管、線ぴ、ダクト、その他これらに類する物や、これらの付属品を建造物のメタルラス張、ワイヤラス張りまたは金属板張りの部分に取付ける作業 |
| 10　配電盤を造営材に取付ける作業 |
| 11　接地線を一般用又は自家用電気工作物に取付けたり、接地線相互や接地線と接地線とを接続したり、接地極を地中に埋設する作業 |

表４－７は、電気工事士の資格がなくてもできる軽微な作業である。しかし、この場合にも先にあげた低圧電気取扱特別教育を修了した者でなければできない作業である。

上記の作業でも、電気工事士が作業しているとき、電気工事士でないものが電気工事士の作業を補助することは差し支えない。また、電気工事士でないものは、上記１～11 を除き、表４－７を含めた作業なら何でもできると考えてよい。

**表４－７**　電気工事士でなくてもできる軽微な作業

| |
|---|
| 1　電圧600Ｖ以下で使用する接続器または開閉器に、コード、キャプタイヤケーブルを接続する工事 |
| 2　電圧 600Ｖ以下で使用する電気機械器具(配線器具は除く)の端子に、電線(コード、ケーブルを含む）をねじ止めする工事 |
| 3　電圧 600Ｖ以下で使用する積算電力計、電流制限器、ヒューズを取付け、取外す工事 |
| 4　２次電圧が、36Ｖ以下の小形変圧器の２次側の配線工事（インターホン、電鈴など） |
| 5　電線を支持する柱、腕木などを設置し、または変更する工事 |
| 6　地中電線用の暗きょ、または管を設置し、または変更する工事 |

## ９　その他

(1) 電線を踏んだり、挟んだり、またはロープの代わりなどに使用してはならない。その恐れがあるときは、必ず所定のカバーをつける。但し、コードはステップルで固定したり、モール等に収めて使用することは禁止されている。

(2) 高所作業においては、墜落しないように命綱などを使用すること。

(3) 単独の電気作業は避ける。人のいない場所及び夜間においての作業は厳禁である。

(4) 長い金属棒を持って、電気設備の近くを通るのは危険である。

(5) **電気関連事故における人工呼吸法**については、第２章応急処置（９ページ）を参照のこと。

# 第２節　レーザー機器の取扱い

## １　光やマイクロ波に対する目の心得

⑴ レーザー光は、弱いものでも直視しないようにすること。レーザー光は、直視しなくとも窓ガラス等に反射することがあるから、反射光でも十分注意する必要がある。（次のレーザーによる障害防止対策等についてを参照すること。）

⑵ 水銀灯、アークなどは紫外線を多く含むので、直視しないこと。このようなときは、安全眼鏡を使用する。

⑶ 電子レンジなどのマイクロ波は、小出力でも特に目には有害のため、目を近づけてはならない。

## ２　レーザーによる障害防止対策等について

### ⑴ レーザー光の特徴

レーザー光は波面がそろっていて指向性に優れ、ビームの拡がりが小さいため高いエネルギー密度のまま伝搬する。レーザー装置から十分離れており安全と思われるところでも直接強い光を受けたり、散乱による二次光を受け、危険な場合がある。波長領域は真空紫外、可視、赤外、ミリ波におよぶ。一般に、レーザー光は生体に吸収されやすく、吸収された光エネルギーが過剰な場合にはその熱、光化学反応、イオン化などによって生体組織を破壊する原因となり、主に、眼や皮膚に障害を起こす。可燃物に当たった場合には火災のおそれもあるので、火災防止のためレーザー実験室内では不燃カーテンを使用すること。不要な光の終端処理も重要である。なお、レーザー光にはＸ線やガンマ線などの放射線のように生体を透過する性質はなく、光照射積算時間に比例して生じるような蓄積効果もない。

### ⑵ レーザーの危険性

１）眼に対する危険性はレーザーの出力だけでなく、波長にも大きく依存する。

①　炭酸ガスレーザー（10.6μｍ）のような遠赤外域のレーザー光は、水によく吸収されるため、眼の角膜表面にやけどを負う。高出力光を皮膚に直接受ければやけどを負う。

②　波長が３～1.4μｍの中赤外域のレーザーは眼の内部まで達するので白内障を生じる。

③　近赤外域および可視域のレーザー（ＹＡＧレーザー、半導体レーザー、チタンサファイアレーザー、ＹＡＧレーザーの第二高調波、アルゴンイオンレーザーなど）は、光が網膜まで達するため最も失明の危険性が高い。

④　紫外レーザー（エキシマーレーザーなど）は、光が角膜の表面で吸収されやけどを負う。皮膚に直接受けるとやけどの他に皮膚ガンになる可能性も指摘されている。

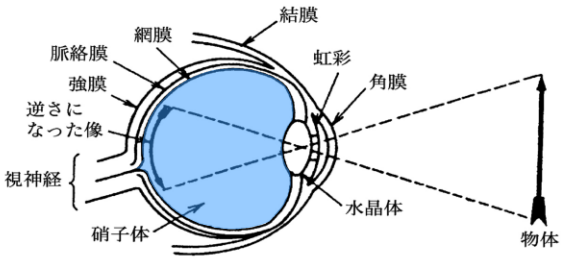
２）レーザー本体および電源部には高電圧回路・高電圧コンデンサが使用されているので、感

電に気を付けること。スイッチを切ってもコンデンサは未放電状態の場合があるので注意すること。また、エキシマーレーザーのように毒性のガスを使用しているレーザーでは、換気・排気を含めて取扱いに、十分注意すること。紫外レーザーの場合には空気中でオゾン等が発生するので実験室の排気の処置が必要になる場合がある。

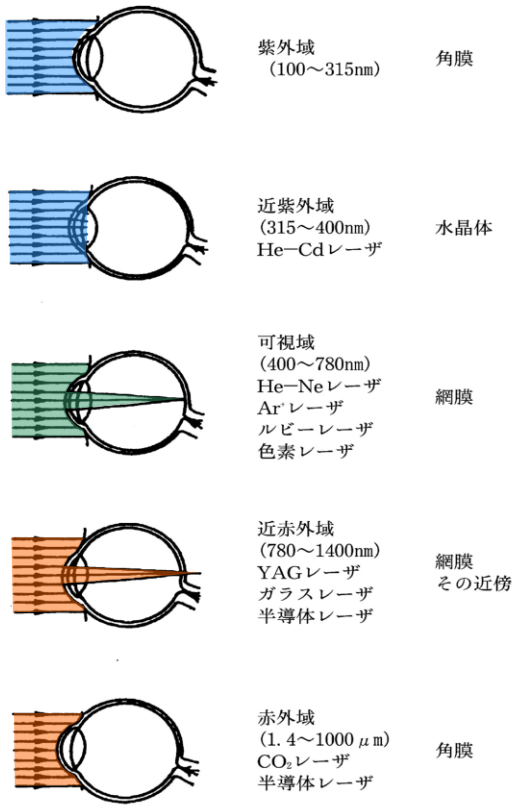
### (3) 眼に対する障害

レーザーは、きわめて高いエネルギー密度をもつために、人体に対して大きなダメージを与える場合がある。その最も危険な場合が眼に対する障害である。眼をいかに保護するか、実験を行う上で、最大限の注意をはらわなければならない。眼にレーザー光が照射された場合にどのような影響が生じるかを図に示す。

**人間の眼の略図**[1)]




**レーザー光の波長域と眼の吸収部位**[1)]




可視光および近赤外光の場合、角膜を透過したレーザー光は水晶体のレンズ作用によって網膜上に集光される。その際、レーザー光はその波長程度の小さなスポットに集束されるので、そのエネルギー密度はきわめて大きくなる。そのため、網膜が破壊されて視力障害を引き起こす。特に注意すべきはＱスイッチパルスレーザーで、数 mJ/パルスのエネルギーでも網膜に障害を引き起こす場合がある。ＹＡＧレーザーなど、近赤外光レーザーの場合にはレーザービームの散乱光が見えないので、光路調整などの際には後述のように十分注意しながら行わねばならない。日本

におけるレーザー眼外傷 43 例 50 眼を検討した報告[2)]によると、ほとんどの事故は、研究室で実験中に発生し、事故をおこした人は、大学関係者(職員、大学院生および学生)と研究員が多かった。事故は光軸調整の時におこりやすく、微妙な操作を誤ってレーザー光がずれて、側壁等に反射して予期せぬ方向に進路を変えて受像していることが多い。事故をおこしたレーザーの種類は、Nd:YAG レーザーがもっとも多く、その他にチタンサファイヤレーザー、 アルゴンレーザーなどがあった。

**(4) レーザーのクラス分け（レーザーの危険度による分類）**

レーザー機器の安全対策のため、レーザー光の危険度によって被爆放出限界（AEL: Accessible Emission Limit）と称する基準値が定められている。(JIS 規格　C６８０２　「レーザ製品の安全基準」）この JIS 規格が 2005 年１月 20 日に改正された（JIS C 6802:2005)。従来、安全な方からクラス１、２、3A、3B、４の５段階の分類が採用されていた。本改正で、ビーム広がり角の大きなレーザー光（半導体レーザーや光ファイバから出力される光）のため、またはビーム径の大きなレーザー光のため、パワー（エネルギー）密度が最大許容露光量（MPE: Maximum Permissible Exposure）以下になるような低クラスの分類が追加され、クラス１、1M、２、2M、3R、3B、４の 7 段階に細分化された。その内容をわかりやすくまとめると以下に示すようになる。自分が使用するレーザー装置がどのクラスのものであるかを把握しておく必要がある。

クラス１　:本質的に安全であるか、技術的設計によって安全になっている。出力がおおむね 0.39 μW 以下（波長４００～５５０ｎｍの連続光の場合）で、通常の動作条件ではまったく危険のないもの。AEL 値は、MPE 値に限界開口面積を掛けたパワーで表示される。従ってクラス 1 以下のレーザービームをレンズ等で集束させても限界開口面積で平均化したパワー密度は MPE を超えない。これにより、クラス１のパワー制限値はルーペや双眼鏡の使用をも考慮した本質的に安全なレベルである。なお、囲い等を設けて人体への露光量が AEL 以下に制限できれば、レーザ単体の出力に依らずクラス１製品に分類される。

クラス１Ｍ：このクラスは「裸眼は安全」として新設されたクラスである。露光条件は光源から 100mm の距離をおいて裸眼で観測する場合である。従って、このクラスではレンズ系による観察で損傷を受ける可能性がある。

クラス２　：可視光（４００～７００ｎｍ）で低出力。連続（CW）レーザーでは出力１ｍW以下。本質的に安全ではないが、このクラスのレーザー光の場合には、偶発的に眼に入っても通常眼の嫌悪反応（まばたき）によって保護される。しかし、長時間眼に照射した場合には障害が起きるので、レーザー光を直接覗き込んではならない。

クラス２Ｍ：このクラスは、クラス 1M と同様に「裸眼は安全」として新設されたクラスで、裸眼観測の条件下(距離 100mm)で嫌悪反応により安全となるクラスで、条件を限定されたクラス 2 である。従って、このクラスもレンズ系による観察は損傷を受ける可能性がある。

クラス３Ｒ：光学的手段を用いたビーム内観察は危険である。双眼鏡などを用いて集光して目に入れた場合障害を引き起こすおそれがある。可視光に対し、連続波レーザーでは５ｍW以下の放射パワー。可視光の波長では、クラス２のＡＥＬの５倍以下、可視光以外の波長では、クラス１のＡＥＬの５倍以下。

クラス３Ｂ：直接光もしくは鏡面反射光を覗いた場合、常に危険であり、思いがけない障害を引き起こす。直接のビーム内観察は絶対に行ってはならない。連続（CW）レーザーでは 0.5W以下、パルスレーザーについては $10^5$J/㎠以下の可視および不可視レーザーが該当する。

クラス４　：クラス３Ｂをこえる高出力レーザーで、直接光および鏡面反射光のみならず拡散反射も危険とされる。眼だけではなく皮膚障害をももたらす、火災の危険もあるとされる。

注：JIS C 6802:2005 は 2011 年に改正され、最新版は JIS C 6802:2011 である。

**⑸ 施設機器の安全管理**

・クラス２以上のレーザー装置を使用する部屋には警告ラベルを貼ることが義務づけられている。

・研究・実験室にレーザー機器装置がある場合、出入口の廊下側ドアに表示する。

・クラス３Ｂ以上のレーザー機器装置については、使用中に、外部から判別できる警告表示灯（レーザー使用中）を設置する。

**⑹ レーザーを安全に使用するための原則**

前述のようなことを念頭において考えれば、使おうとするレーザーを、安全に使用するための注意点が明らかになると思うが、次にクラス３Ｂ以上の高出力レーザーを対象に、一般的な注意事項を列記する。

１）使用するレーザーの波長に応じた、保護眼鏡を着用する。

保護眼鏡は、使用レーザーの波長に対応したものでなければ効果はない。保護眼鏡は、完全吸収型と一部透過型があるが､高出力の不可視レーザーの場合には完全吸収型を使用する。

２）レーザービームを直接見ることは厳禁である。

保護眼鏡をしている場合でも、ビームを直接見てはいけない。

３）直接のビームだけでなく、反射、拡散光も危険であり、これらが目に入らないように注意する。

・作業時には腕時計、指輪など、光を反射しそうなものは、はずす。

・可能な限り照明をつけて明るい環境で作業する。(暗い場所では瞳孔が開くので、目に入る光量が増加してしまう。)

・目をビームの高さに持っていかない。また、逆にレーザーの光路が、目の高さを通らないように設置する。

４）レーザーの光路およびその延長上には立たないようにする。

光路の延長上では、何かの拍子に、ミラー等がずれたり、倒れたりすると、レーザー光が当たってしまう可能性がある。この様な潜在的な危険性も、避けることが必要である。

可能な場合には、レーザーの光路を、非透光性、難燃性のパイプなどで覆うと良い。

5）レーザービームの終端には、吸収性、不燃性の遮蔽物を置く。

単発あるいは、短時間では、火災などの危険のない場合でも、繰り返し、あるいは長時間レーザーが当たることによって、発火する場合がある。

6）レーザーの調整や、光路の調整を行う場合には、レーザーの出力や繰り返しを可能な限り低くして行う。

7）レーザービームに直接皮膚をさらさないようにする。衣服は皮膚の露出の少ない燃えにくい素材のものがよい。(溶融して玉状になる化学繊維の衣服は好ましくない。)

また、紫外レーザー光のある種のもの（KrF エキシマーレーザー等）は、皮膚での吸収が大きく、拡散反射光、散乱光でも、「日焼け」等が起こるので、フェイスマスクタイプの保護具を使用し、眼だけではなく、顔などの皮膚の露出も避ける。

8）レーザー本体および電源部には、高電圧の端子やコンデンサーがあり、感電する危険性が高い。本体および電源部を開けることは、教員または管理責任者の立ち合いのもとでのみ、行うようにする。

9）使用にあたっては、マニュアル等をよく読んで、正しい操作を心がける。

10）レーザー照射によって発生する可能性のある有害物にも、注意を払い、適切な予防処置をとる。特に紫外レーザーでは、空気中の酸素からのオゾンの発生に注意する。

一部のレーザーは、有害物質、危険物質を使用しているので（エキシマーレーザーの場合は、ハロゲンガス、色素レーザーの場合は、色素や溶媒など)、その取扱いにも充分注意する。

11）労働安全衛生法ではレーザーを用いた労働について、その安全予防対策の具体的内容をクラス１M、クラス２M、クラス３R、クラス３Bおよび４のレーザー機器を対象に「レーザー光線による障害の防止対策について」で定めている。参考として、以下にその基準を示す。

| 措置内容（項目のみ） | | | 措置内容 | レーザー機器のクラス | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 4 | 3B | 3R | 2M<br>1M |
| 管理区域（標識立入禁止など） | | | 他の区域と区画し標識等で明示、関係者以外立入禁止 | ○ | ○ | | |
| レーザー機器 | レーザー光路 | 光路の位置 | 作業者の目の高さを避ける | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 光路の遮蔽 | 不透明、不燃性材料で遮蔽 | ○ | ○ | ○※1 | |
| | | 耐火物による終端 | 耐火構造の終端。囲いで反射、散乱防止 | ○ | ○ | ○※1 | ○※2 |
| | キーコントロール | | キー等により作動する構造 | ○ | ○ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 緊急停止スイッチ | 緊急停止スイッチ | レーザー光の放出を直ちに停止できる非常停止スイッチ | ○ | ○ | | |
| | | 警報装置 | 容易に確認できる自動表示灯等の警報装 | ○ | ○ | ○※1 | |
| | | シャッター | 放出口に不意の放出を避けるシャッター | ○ | ○ | | |
| | インターロックシステム | | 管理区域開放、光路遮蔽解除の時、レーザー放出自動停止 | ○ | ○ | | |
| | 放出口の表示 | | レーザー光放出口に表示 | ○ | ○ | ○ | |
| 作業管理等 | 遠隔操作 | | レーザー光路からできるだけ離れた位置でレーザー機器の制御 | ○ | | | |
| | 光学系の調整 | | 光学系調整時は必要最小限のパワーで行う | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 保護具等 | 保護眼鏡 | レーザーの種類に応じた適切なレーザー用保護めがねの着用 | ○ | ○ | ○※1 | |
| | | 保護衣 | 皮膚の露出の少ない衣服の着用 | ○ | ○ | | |
| | | 難燃性素材の使用 | 難燃性素材の衣服着用、溶融して玉状になる化学繊維は不適 | ○ | | | |
| | 点検・整備 | | 始業点検、一定期間ごとの点検、調整 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 安全衛生教育 | | 労働者の雇い入れ時、作業内容変更時、レーザー変更時の教育 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 健康管理 | 前眼部検査 | 雇い入れまたは配置替え時に視力検査と併せて角膜、水晶体検査 | ○ | ○ | ○※1 | |
| | | 眼底検査 | 雇い入れまたは配置替え時に視力検査と併せて | ○ | | | |
| その他 | 管理者の氏名等の掲示 | | レーザー機器管理者氏名 | ○ | ○ | ○※1 | |
| | | | 危険性、注意事項 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | | レーザーの設置標識 | ○ | ○ | | |
| | 高電圧の表示 | | 高電圧部分の表示、感電防止措置 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 危険物の持込み禁止 | 管理区域内 | 爆発物、引火性物質 | ○ | | | |
| | | レーザー光路付近 | 爆発物、引火性物質 | | ○ | | |
| | 有害ガス粉じん | | 労働安全衛生法所定の措置 | ○ | ○ | | |
| | レーザー光線による障害の疑いのある者に対する医師の診察・処置 | | レーザー光による障害が疑われる時、速やかに医師による診察処置 | ○ | ○ | ○ | ○ |

※1　可視波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器について措置が必要である。

※2　平行ビームの状態でレーザーが出力されるクラス１M及びクラス２M製品では、レーザー光路の末端について措置が必要である。

参考文献

1）レーザー応用技術ハンドブック(朝倉書房、１９９１)

2）「日本におけるレーザー眼外傷」上條由美、小澤哲磨、眼科臨床医報 97(2)、95-100、2003

# 第３節　都市ガス、水道水

## １　都市ガス

各室で都市ガスを使用する際は、次の点に注意する。

**⑴ 点火と消火の確認**

ア　点火したとき、バーナーに火が完全についたかどうかを確かめる。

イ　炎の色により、完全燃焼しているかどうかを確かめる。

ウ　ガスに点火したときはその場を離れない。またその場を離れるときには必ず消火する。

エ　消火したら、器具栓、ガス栓が閉まっているかどうかを確かめる。

**⑵ 使用中の心得**

ア　使用中は、常に換気扇、給気口、排気口の換気に注意する。

イ　時々窓を開ける。

**⑶ ゴム管（強化ガスホース）について**

ア　古いゴム管は強化ガスホース等新しいものに直ちに取り替える。

イ　強化ガスホースはガス栓、器具栓の赤線までしっかり差し込む。

ウ　強化ガスホースは安全バンドでしっかり止める。

エ　最近、ワンタッチ式の接栓を使うものがあるが、適切な継ぎ手を用いること。

**⑷ その他**

ア　ガス器具の周りは整理整頓し、燃えやすいものは置かない。

イ　ガス器具は、こまめに手入れをする。

ウ　地震が発生したら、器具栓、ガス栓を直ちに閉める。

## ２　水道水

水道水は、生活用水として用いられるほか、実験用としても種々の目的で使用されている。特に装置の冷却用として使用される場合には、装置の正しい操作方法に従わなければならないが、安全上重要な点を次に示す。

⑴ 水道管と装置の給水口との接続は、継手配管にて行う。やむを得ずホース等で接続する場合は、水圧に耐えられるものを使用し、水道管及び給水口との接続部分は、水圧の変動で外れることのないよう安全バンドその他でしっかり固定する。

⑵ 実験室の電気装置その他水漏れにより危険を引き起こす恐れのある物品は、漏水による影響、配管の破損による注水からの影響を避けるように、あらかじめ配置しておく。

(3) 床への漏水が長時間にわたるときは、下階の部屋への水漏れの恐れがあるので、床排水孔を設けるなど、あらかじめこれらの対策を考えて、実験装置及び配管を設置すること。

(4) 水道水の使用は、できるだけ実験者の在室中に限ること。ただし、装置の継続運転、終夜運転を行う必要のあるときは、部屋の入口その他に表示すること。

# 第４節　高圧ガス、液化ガス

一般に、気体の容器、配置、弁等は、気体の種類のいかんによらず、内圧により破壊する際に危険を伴うので、使用圧力、容器の大きさに応じて、設計法が法律により定められている。（圧力容器構造規格を参照のこと。）したがって、これらの使用にあたっては、起こり得る最高圧力に対して、使用する容器類の規格、性能がこれに見合うものであることを銘板、刻印等により確認しなければならない。

## １　高圧ガス容器（ボンベ）

(1) ボンベは JISB8241 に基づいて良質の鋼で製造されている。これらは、すべて高圧ガス保安法によって耐圧試験、気密試験等を行い、合格したものだけが使用される。

(2) ボンベは肩部に図４－２のような刻印がある。

(3) ボンベには、充てんガスの種類を示す定められた色（表４－８）を外部に塗ることになっている。

(4) バルブの構造を図４－３に示した。ガスの出口は、可燃性ガスを左ネジ、その他は右ネジに定めている。例外にヘリウムは左、臭化メチルとアンモニアは右ネジもある。

(5) 本学では高圧ガス保安法により、ボンベにガスを充てんすることは許されていない。

(6) ボンベは５年（平成元年以前は３年）ごとに再検査（耐圧、重量など）を受けることになっており、刻印及び容器証明書に成績を裏書する。プロパンの小容器など例外（６年ごと）もあり、また、５年を経過してもガスを使用中であれば、詰替えに際して再検査を受けることになる。

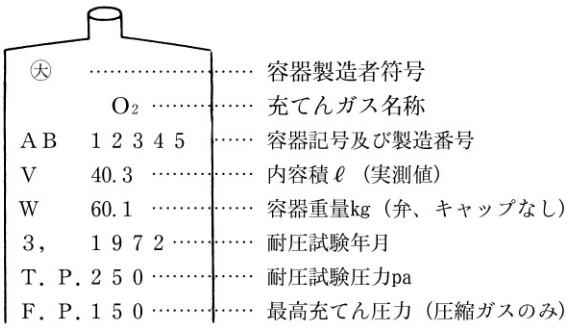



**図４－２**　ボンベの刻印

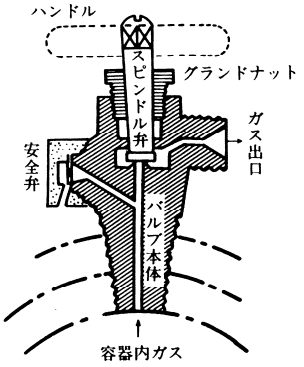



**図４－３**　バルブ略図

表４－８　ボンベの色及びガスの性状

| ガス名 | 色 | 毒　性 | 可燃性 | 容器内の状態 |
|---|---|---|---|---|
| 酸　　素 | 黒 | 無 | － | ガ　ス　体 |
| 水　　素 | 赤 | 〃 | 有 | 〃 |
| 二酸化炭素 | 緑 | 〃 | 無 | 液とガス体 |
| アンモニア | 白 | 有 | 有 | 〃 |
| 塩　　素 | 黄 | 〃 | － | 〃 |
| アセチレン | 褐 | 無 | 有 | 溶解ガス |
| アルゴン | ねずみ | 〃 | 無 | ガ　ス　体 |
| 窒　　素 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| メタン | 〃 | 〃 | 有 | 〃 |
| ＬＰガス | 〃 | 〃 | 〃 | 液とガス体 |
| 一酸化炭素 | 〃 | 有 | 〃 | ガ　ス　体 |
| ホスゲン | 〃 | 〃 | 無 | 液とガス体 |
| エチレン | 〃 | 無 | 有 | 〃 |

## ２　高圧ガスボンベの取扱上の注意事項

### ⑴ 一般的注意事項

１．（心得）

ア　ボンベの取扱いは十分な知識をもっている者が行うか、もしくはその者の指導の下に行う。

イ　各種ガスの取扱いは、ガスの性質及び取扱方法を熟知したうえで行う。

２．（貯蔵）

ウ　ボンベは強固な支持物に２点固定し、転倒・転落などの防止措置をとる。

エ　可燃性ガス、毒性ガス、酸素は区別して貯蔵し、また、充てんしてあるボンベと空のボンベは区分する。

オ　使用しないボンベは、常に弁を閉めてキャップをかぶせておく。

カ　ボンベは風通しの良い所に置き、40℃以上にならないようにする。

キ　ボンベを貯蔵する場合、周囲に必要以外のものを置かない。また、２ｍ以内に火気、引火性、発火性のものを置かない。

ク　ボンベを風雨にさらしたり、湿気の多い所へ置くことは避け、腐触を防止する措置を講ずること。直射日光にさらさない処置をとる。

ケ　ボンベは電線、アース線の近くに貯蔵することは避ける。

３．（移動）

コ　ボンベの移動時には、バルブを点検し、キャップを必ず付ける。

サ　ボンベの移動は手押車などを使用し、引きずったり、滑らしたりしない。

４．（その他）

シ　ガス使用後は、概ね１ＭＰａ程度の残圧を保持して詰替業者に引渡すことが望ましい。減圧

には絶対しない。また、ボンベからボンベへのガスの移し替えは禁止されている。

ス　容器検査に合格しないボンベを廃棄する場合は、勝手に放棄せず、必ず高圧ガス取扱業者に処分を依頼する。

**(2) 可燃性ガス、酸素、有毒ガス、窒息ガスに対する注意事項**

ア　可燃性ガス（水素、炭化水素類など）または酸素を使用する設備から５m以内では火気の使用を禁じ、引火性、発火性のものを置かないこと。ただし、当該設備内のものを除く。

イ　酸素を使用するときには、器具類から石油、油脂類の可燃性物質を除去した後に使用する。圧力調整器などは酸素専用のものを用いる。接続部には可燃性のパッキングを用いない。

ウ　酸化エチレンは、設備の内部を $N_2$、$CO_2$ 等で置き換えしたのち消費すること。また、ボンベと設備の間に逆流防止装置を付けること。

エ　毒性ガスに対する十分な知識をもって行う。有毒ガス（$H_2S$、CO、$Cl_2$ 等）を吸入しないように、ドラフトなど局所換気装置内で行う。

オ　ガス排気は屋外へ出すように、有毒ガスの排気は、アルカリ吸収剤などをとおして無害にする。

**(3) シラン系ガス等（シラン、ジシラン、ジボランなど）に対する注意事項**

半導体製造ではＣＶＤ、エッチング、洗浄などの過程で種々の化学物質が使用されるが、その中でも特に表４－９に挙げた 37 種類のガスは「特殊材料ガス」と呼ばれており、自然発火性であったり、分解爆発性であったりと爆発範囲が広く、また毒性を有していたりと危険性がきわめて高く取扱いには注意が必要とされているものである。これらのうち消費量の多い７種類の可燃性ガス（表４－９参照）については、使用する場合にはあらかじめ都道府県知事へ届出を行うことが必要である。これらのガスは大学の研究室でも死亡や重傷につながる事故の報告もあり、使用に際しては以下に示す点を十分考慮して、万全の準備と注意が必要である。

ア　ガスボンベはシリンダーキャビネットに納め、キャビネット内にはガス警報センサ、散水ノズル、強制排気ダクトを装備する。

イ　ボンベ元栓には圧縮空気作動のニューマチックバルブを装着し、停電時やガス漏洩時に自動的に閉まるようにする。

ウ　ボンベと反応装置（実験装置）の間の配管には SUS316 材を用い、逆止弁、パージ用の窒素ガス供給系を用意する。

エ　実験装置、ガス供給装置は十分保安設置をし、室内上部にもガス警報センサを取付け、天井部に排気ダクトを設ける。

オ　できれば実験室に保安用電源を設ける。

カ　実験装置の排気側は除害装置に接続し有害物質を外気に放出しない。吸着筒により反応ガスや有毒ガスを吸着するが、この除外装置の保守点検を十分に行う。

キ　実験室の隣室や近くに消火器を設置し、使用者にその位置を徹底する。

ク　シラン系ガスは酸化性のガスと爆発的に反応するので、パージ用ガスは他のものと共通にせ

ず酸化性ガスを含まない独立した系統を準備する。

**表４－９**　特殊材料ガス（37 種）及び特殊高圧ガス（７種、＊印）とその性質

| ガス名 | 化学式 | 性質 | ガス名 | 化学式 | 性質 |
|---|---|---|---|---|---|
| シラン系 | | | 三フッ化ホウ素 | $BF_3$ | |
| シラン* | $SiH_4$ | 燃自 | 三塩化ホウ素 | $BCl_3$ | |
| ジシラン* | $Si_2H_6$ | 燃自 | 三臭化ホウ素 | $BBr_3$ | |
| ジクロロシラン | $SiH_2Cl_2$ | 燃 | 金属水素化物 | | |
| トリクロロシラン | $SiHCl_3$ | 燃 | セレン化水素＊ | $H_2Se$ | 燃 |
| 四塩化ケイ素 | $SiCl_4$ | | ゲルマン＊ | $GeH_4$ | 燃分 |
| 四フッ化ケイ素 | $SiF_4$ | | テルル化水素 | $H_2Te$ | 燃分 |
| ヒ素系 | | | スチビン | $SbH_3$ | 燃分 |
| アルシン* | $AsH_3$ | 燃 | 水素化スズ | $SnH_4$ | 燃分 |
| 三フッ化ヒ素 | $AsF_3$ | | ハロゲン化物 | | |
| 五フッ化ヒ素 | $AsF_5$ | | 三フッ化窒素 | $NF_3$ | 支 |
| 三塩化ヒ素 | $AsCl_3$ | | 四フッ化硫黄 | $SF_4$ | 支 |
| 五塩化ヒ素 | $AsCl_5$ | | 六フッ化タングステン | $WF_6$ | |
| リン系 | | | 六フッ化モリブデン | $MoF_6$ | |
| ホスフィン* | $PH_3$ | 燃自 | 四塩化ゲルマニウム | $GeCl_4$ | |
| 三フッ化リン | $PF_3$ | | 四塩化スズ | $SnCl_4$ | |
| 五フッ化リン | $PF_5$ | | 五塩化アンチモン | $SbCl_5$ | |
| 三塩化リン | $PCl_3$ | | 五塩化モリブデン | $MoCl_5$ | |
| 五塩化リン | $PCl_5$ | | 六塩化タングステン | $WCl_6$ | |
| オキシ塩化リン | $POCl_3$ | | 金属アルキル化物 | | |
| ホウ素系 | | | トリアルキルガリウム | $GaR_3$ | 燃分 |
| ジボラン* | $B_2H_6$ | 燃 | トリアルキルインジウ | $InR_3$ | 燃分 |

注）燃＝空気中で可燃性、自＝空気中室温で自然発火性、支＝支燃性、分＝分解爆発性

## ３　高圧ガス使用操作上の注意事項

### ⑴ 装置組立

ア　たとえ短期間の実験であっても、しっかりしたスタンドまたはフレーム装置を組み、装置が安全に固定された実験を行う。

イ　圧力調節器、配管・ホースなどはガス専用のものを用い、転用は絶対にしない。特に酸素ボンベには「禁油」の表示のある専用の圧力調節器を用いること。

ウ　圧力計は、常用圧力の 1.5～3.0 倍のものを使用する。

### ⑵ 電気配線

十分注意して配線し、爆発引火、火花発生の起こらないようにする。

### ⑶ ガス漏れ防止

ガス漏れを防ぐため、装置の接続を確実に行う。例えば常圧反応装置では、パイプとパイプの接続、装置とパイプの接続を完全にすること。加圧反応装置ではフランジの接続、溶接部分等に注意し、いずれの場合も、反応前に $N_2$ などの不活性ガスを用いてガス漏れ試験を行う。

### ⑷ 爆発防止

ガス反応装置では、圧力がかかってガスが吹き出している間は燃焼にとどまっていても、圧力が下がると空気を引き込んで装置内で爆発する危険性があるので、不活性ガスによってパージで

きるような $N_2$ などの不活性ガスの配管を行う方がよい。爆発限界を表４－10 に示す。炭化水素などの空気（または酸素）による気相酸化反応を行う場合には、爆発限界に十分注意しなければならない。特に反応中に爆発限界外であっても、反応開始時や終了時にはガス濃度が変化して爆発限界内になる可能性があるので、その爆発限界濃度に十分注意し、爆発の起こらないようにしなければならない。

**(5) ガスの供給**

圧力調整器は、故障のないことを確かめてからボンベに取付ける。油類がバルブや圧力調整器に附着していると、火災を引き起こしやすいことを忘れてはならない。むやみに圧力調整器に油をさしてはならない。

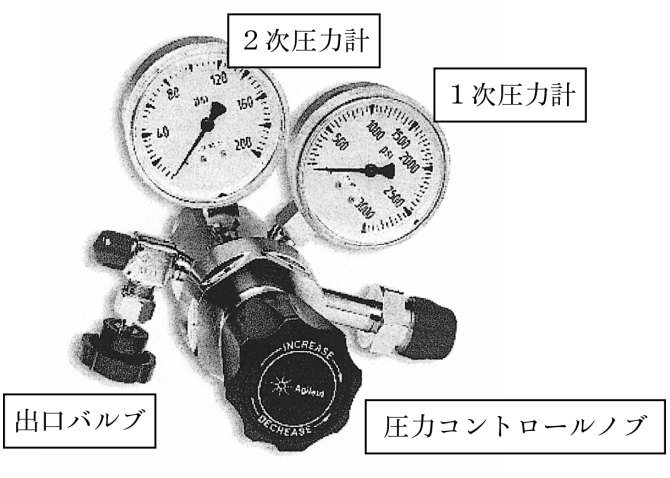
ア　圧力調整器をボンベに取り付け、圧力調整器の入口ナットをしっかりと締める。それから配管を圧力調整器の出口に接続する。

イ　圧力調整器に出口バルブがあればそれを閉じる。そして圧力調整器のコントロールノブを反時計回りにいっぱい廻して圧力調整器を閉じる。

ウ　ゆっくりとボンベのバルブを開いて、圧力を次第に増加させる。高圧ゲージがフル圧力に達したら、ボンベバルブを完全に開く。

エ　コントロールノブを時計回りに廻して出口圧ゲージが希望する圧力になるまで調整する。調整器に出口バルブがあればそれを開いて、必要なら出口圧力を再度調整する。

オ　使用後は圧力調整器内のガスを抜き、ボンベバルブ・コントロールノブ・出口バルブを閉じる。




**(6) ガス漏れの確認**

ボンベと圧力調整器の接続部分、圧力調整器と装置との接続部分及び圧力調整器自体などからのガス漏れの有無を確認する。ガス漏れ検出液を塗布して調べると、簡単に漏れ部分を発見できる。圧力計の読みの変化を測定する方法により、漏れの有無を確認する。

**(7) 装置の材質**

装置の材質は、使用するガスの種類に応じた材質を選ぶ。例えばアンモニアは、銅を腐食するので、ステンレス管を配管材として使用する。

**(8) 排ガスの処理**

反応後の排ガスは、戸外へ排出する。ガス中毒、火災、爆発などの危険がないよう、ガス吸収剤への吸収などの方法を用いて他に影響のないようにする。

**(9) 配管材料の劣化**

配管材料は長期間使用すると、薬品、光、酸素、湿気などによって劣化、破損する恐れがある。たびたび点検して、なるべく早めに取替えることが必要である。圧力調整器に使用されているパッキン類も早めに取替えること。

**(10)圧力計の取付位置は、目より高くする。**

**(11)事故発生時の対応**

ア　周囲に事故発生を大声で知らせ、エネルギーセンター（内２２３３または９２９０）に直ちに連絡する。

イ　有毒ガスの使用可能性がある場合、保護具等の着用により二次災害発生を防止した後、罹災者を早急に新鮮な空気中に移す。

ウ　罹災者を安静にし、衣服を緩め、保温する。

エ　罹災者の状況によっては、人工呼吸を行う。

オ　医師の救助を求める。

**表４－10**　主なガスの空気中爆発限界

（1atm、常温、火炎上方伝ぱ）

| ガス | 下限界 | 上限界 |
|---|---|---|
| 水素 | 4.0 | 75.0 |
| メタン | 5.0 | 15.0 |
| プロパン | 2.1 | 9.5 |
| ブタン | 1.8 | 8.4 |
| エチレル | 2.7 | 36.0 |
| アセチレン | 2.5 | 81.0 ※ |
| 酸化エチレン | 3.0 | 80.0 ※ |
| アンモニア | 15.0 | 28.0 |

注　1）　数字は可燃ガスの体積パーセント

2）　※アセチレンや酸化エチレン、ヒドラジンなどは条件により 100%でも爆発する。

## ４　高圧装置

高圧装置が破裂事故を起こすと、高速度で飛散する破片、急激に放出されたガスの衝撃波によって、人及び装置、設備に大きな損傷を与え、また、使用ガス、周辺に存在する薬品などによる爆発、火災などの大きな二次災害をも伴う場合が多い。したがって、高圧装置の取扱いには、高圧ガス保安法の適用を受けるものが多く、許可なく行うと罰せられる。

### (1) 一般的注意

ア　安全装置類は必ず取付けること。また、定期的に必ず検査をする。

イ　常用圧力の 1.5 倍以上の圧力で耐圧試験を行う。常用圧力以上でガスの漏洩のないことはもちろんであるが、もし漏れても滞留しないように、室内の換気に注意する。

ウ　実験室内の装置の配置は、もし事故が発生しても、被害を最小限に食い止めるように十分な配慮をしておく。

エ　実験室の外及び周辺に標識を出し、実験の内容、使用ガスなどが外部の者に明確にわかるようにする。

オ　高圧実験は危険度が高いので、各種装置、機器類の構造、取扱法を熟知したうえで慎重に行わねばならない。不審の点があれば専門書を参照したり、専門家の教示を受ける。

### (2) 高圧反応装置（オートクレーブ）

加圧下で目的とする反応を行わせるには、それに適合した高圧装置が必要である。装置は反応器、配管、弁類及び計装関係がそれぞれの役割を果たすもので、反応物質による腐食、暴走などに耐えられるよう安全率を考慮する。また、ガス漏れに対して換気の良い所を選び、さらに耐爆性能の良い保護装置を使用する。

オートクレーブを操作するときは、決められた取扱方法により、指定された場所で行う。

### (3) 反応器

ア　反応器の耐圧は、常用圧力の２倍程度に設計する。

イ　本体とふたの締付部分は、パッキン（ガスケット）の有無にかかわらず、常に清浄に保つ。締付けは、徐々に力を強くし、図４－４の順序に従うこと。片締めをしてはいけない。

ウ　器内の空気は、窒素あるいは目的のガスで十分に置換する。

エ　攪拌方式によっては、回転部分からのガス漏れ、触媒等による配管の閉塞について注意する。

オ　原料は、容器の内容積の 1/3 以上を仕込んではならない。

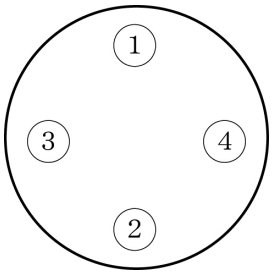



**図４－４**　締付け手順

### (4) 配管および弁類

ア　配管継手の締付けは、押付けの力によるようにし、配管のねじれを起こさせない。

イ　高圧弁は、可動部分（弁スピンドル）からガス漏れを起こしやすい。

ウ　安全弁は、薄板式、バネ式等があり、危険なときは両者を併用する。

### (5) 圧力計

ア　常に検査を行い、指示の正確なものを使用する。

イ　ブルドン管式圧力計がよく用いられるが、使用ガスによってブルドン管の材質を選ぶこと。また、酸素には「酸素用禁油」と明示したもの以外は使用できない。

ウ　圧力目盛は、常用圧力の２倍程度のものが使いやすく安全である。

エ　安全装置を施したものを使用すること。ガラス蓋があれば、使用に先立ち金網などで覆いを作っておく。

## ５　液化ガス

### (1) 冷凍機

ア　大型冷凍機は「高圧ガス保安法」の適用を受ける。「冷凍機作業主任者」でないと運転、保守ができない。小型機は法の規制を受けないが、これに準じた取扱いをすること。

イ　かなり高圧で作動するので、高圧装置と同様の注意が必要である。また、冷媒の種類に適応した取扱いをしなければならない。

### (2) 低温液化ガス

ア　極低温のため凍傷を起こす。革製手袋を用い、保護眼鏡、保護面等を着用する。布製手袋は液化ガスが付着した場合、内部まで浸み込みかえって危険である。

イ　材料は、低温ぜい性等により破壊されやすくなり、二次災害の原因となる。

ウ　凝相爆発を起こすことがある。液体水素－液体酸素、液体酸素－油脂または炭化水素燃料など。

エ　液化ガスは気化すると 800～900 倍の体積になり、使用場所の空気を置換する。気体によっては窒息の危険がある。

オ　過剰の熱によって、爆発的に気化する。（蒸気爆発）

カ　液化ガスを密閉容器に入れてはならない。必ず気化ガスの逃げ口を作る。また、安全弁や排ガスベントが設けてある場合にも、それらの末端に空気中の水分や炭酸ガスが凍結凝固して詰まっている場合がある。

キ　液化ガス容器は、静かに、丁寧に扱い、日光の直射しない風通しの良い場所に置く。

## ６　液体窒素の取扱上の注意事項

（1）　取扱上の注意事項

ア　クリーンルーム等閉めきった場所で液体窒素を寒剤として用いる場合、酸欠にならないように十分に換気する。閉めきった場所が外から見えるようにし、必ず２人以上で実験等を行う。

イ　液体窒素を寒剤として用いた場合、空気中の酸素が液化する。液体酸素は非常に危険であるから、トラップ等を解放系のまま液体窒素中に長く放置してはならない。

ウ　解放型容器は、必ず蓋をする。密閉型容器では昇圧弁、液取出弁を閉じ、ガス放出弁を開いておく。

エ　長時間使用した液体窒素や、蒸発して少なくなった液体窒素は、酸素が濃縮されているから、有機物の冷却に用いてはならない。酸素含有量が増すと青みがかった液体となる。

オ　液体窒素貯蔵容器は頸部が弱いので、横に倒してはならない。また、衝撃にも弱いので、丁寧に扱う。

カ　容器は、金属製の液体窒素専用のものを用いる。裸のガラス製のデュワーびんの外周にはテープを巻き付けておく。

キ　貯蔵タンクから液体窒素を取り出すときは、はじめはわずかに取出バルブを開き、出てくる低温ガスで容器内を十分冷却し、その後バルブを徐々に大きく開き、適量の液体窒素を取出す。

ク　デュワーびんの縁に液体窒素をかけてはならない。

ケ　冷却による機器や配管の収縮の程度を配慮する。

コ　液体窒素や低温の金属部分などを手や皮膚で直接触れてはならない。

### （２）液体窒素等の低温液化ガスをエレベータで運搬する際のガイドライン

ア 液体窒素等の低温液化ガスをエレベータで運搬する際は、一般の人との同乗は極力避ける。

イ　エレベータ内において液体窒素等の低温液化ガスが容易に飛散する状態、または容器を開放した状態では運搬しない。

ウ　容器がエレベータ内で転倒しないような措置を講じ、かつ、粗暴な取り扱いはしない。

## ７　液体ヘリウムの取扱上の注意事項

ア　普通に寒剤として使われる液体ヘリウムとは、質量数４の$^{4}$He である。この液体ヘリウムの沸点は 4.2K、蒸発熱[J/cm$^{3}$]は液体窒素の約 1/60 と極めて小さく、外部からの僅かの熱流入があっても急激に蒸発し、体積膨張するので注意が必要である。

イ　液体ヘリウムは、真空断熱された金属容器に入っている。重心が高いため、転倒させる危険がある。移動時には、容器上部ではなく重心近くの中央部のハンドルを持ち、転倒させないように注意すること。また、内側の容器は、外部からの熱流入を極力小さくするために極めて肉厚の薄い特殊金属容器（高価）になっている。さらに、頸部分で殆ど宙吊り状態となっているため折れやすいので、衝撃を与えないように丁寧に扱うこと。

ウ　実験の際には、蒸発ガス放出口にゴム製のバルーンを蒸発モニター用として付けておくと

良い。但し、放出口から空気が逆流入すると容器内部（容器の頸部分）で固化し、閉塞してしまうので十分注意しなければならない。

エ　液体ヘリウムの移送には専用のトランスファーチューブを用いるが、移送に慣れた者の注意を良く守って実施すること。また、液体ヘリウム容器に液体が入ったまま保存しておく場合、容器上部に設置されている安全弁の開閉の確認、液体ヘリウム供給口の蓋、ガス放出口（微細孔）の確保などに十分注意すること。

## 第５節　電 気 炉

電気炉使用時の安全心得は、次のとおりである。

(1) 炉の周囲に燃えやすいもの、可燃性ガス等がないことを確認する。

(2) 測温用の熱電対が所定の位置に設置されていることを確認する。

(3) マニュアルをよく読み、操作、手順を確認する。それがない時は管理者の指導を受ける。

(4) 試料挿入に際し、容量以上に入れたり炉体、炉心管等を損傷しないよう注意する。

(5) 電気炉の使用中は目をはなさない。

(6) 加熱の際、過電圧をかけない。炉の容量以上に温度を上げない。

(7) 高温体を扱う時には手袋をする。

(8) 熱処理等の危険性を伴う作業には、安全服、安全靴、保護眼鏡を着用する。

(9) 無人運転する時は、使用者、作業内容、連絡先等を記入した張り紙をする。

(10) 作業終了時には、炉温度が十分安全な低温度になっていることを確認する。

## 第６節　機械工作の安全心得

### １　機械作業の一般的安全の心得（※事前対策として作業前に必ず熟読！！）

#### (1) 服装について

ア　機械に巻き込まれない服装で作業する。だらしなくシャツを出すこと、首や腰にタオルを下げること、露出したネクタイなどは危険であり、行ってはいけない。

イ　作業には安全靴かかかとのある靴（正しく履く。サンダル履きなどしない）を使用する。安全靴は、誤って重いものを落としたり、切削工具や切屑を踏んだときの保護用具でもある。

ウ　作業には帽子をかぶり、内容によってはマスク、保護眼鏡などを使用する。工場内の指示に

従うこと。

エ　機械工作作業では手袋は巻き込まれ易いので使用しない。

**(2) 工作物の取り付け・取り外し**

ア　機械への取り付け・取り外し作業は、手指を挟んだり刃物による接触のケガを起こし易いので十分注意する。

イ　重い品物の取り付け・取り外し作業は、無理に一人で行わず複数でするか、揚貨装置を利用する。

ウ　複雑な形状や不安定な形態の物品を加工するときは、治具や適切な締め付け具を用いて確実な取り付けを行う。

**(3) 機械の運転**

各機械毎の安全注意事項を厳守すること

ア　品物の取り付けが終了し機械を運転する際には、不必要な工具類などを片付け周辺を安全にしてから作業を始める。

イ　作業開始時には機械を空転して、工作物と工具の取り付けの良否や機械の調子を見定める。運転の際には、機械の運動方向、回転面内又は危険区域内に立ち入らない。

ウ　機械の運転中は作業に専念し機械の周辺から離れない。

エ　機械から離れる場合はメインスイッチを必ず切る。

オ　自動送りを設定したまま機械を停止したり、工具と加工物を接触したまま機械の停止を　行ってはならない。

カ　機械の音や振動や熱などには常に注意を払い、異常があったら直ちに運転を停止し工作センター職員に申し出ること。

キ　機械の慣性運動を、手・足・工具などで止めてはならない。

ク　共同作業は自分自身の安全を図ると共に、声をかけるなど相手にもケガをさせないよう、周囲に気遣いながら作業を進める。

ケ　機械を故障させたり異常を発見した場合は、速やかに工作センター職員に連絡し必要な指示を受ける。

コ　過労時の機械作業は極力避ける。また、長時間の連続作業も危険である。

サ　機械操作にあたってはＷＥＢ等を活用し、必要な予備知識を学習してから作業に入るとよい。（工作センターには、機械加工の教材が備えられているので有効に利用せよ）

シ　落雷等で加工中に突然停電した場合は、使用している機械の主電源を切り、その後は工作センター職員の指示に従う。

ス　機械上で測定を行う場合は、安全を十分に確保してから行うこと。

**(4) 切屑について**

ア　切粉や切屑は刃物のように鋭利である。素手で処理せず、ハケやペンチなど適切な道具を用いて処理する。

イ　切屑が長くなると工作物に巻き付き易くなる。工作物を傷付けたり人体に危険である。短いうちに処理する。

ウ　床上に散乱した切粉や切屑は、足裏に刺さったり、つまづき・滑りの要因となる。作業の区切りごとに掃除をする。

エ　切粉が飛散して目に入りやすい作業（砥石作業など）は、適切なカバーを使用したり保護眼鏡を着用する。

## ２　各種工作機械類の取扱いに関する注意事項（作業を行う前に該当部分を熟読！！）

**(1) 旋盤作業**

ア　機械に巻き込まれないよう袖や裾の締った作業服を着用する。

イ　切屑が目に入らないような作業姿勢をとる。切粉が飛散するような材料の加工には、保護眼鏡を着用する。

ウ　チャックやフラットなどの取り付け・取り外し作業には、万一落としてもケガや機械の損傷のないよう、あらかじめベッド上に板などを敷いて作業する。

エ　やむを得ずチャックの爪を張り出して作業する場合は、手でスピンドルを廻し、爪がベッドや刃物台に接触しないことを確認してから運転を開始する。

オ　チャックやフラットに、ハンドルや締め付け具を取り付けたままにしておかない。用が済んだら直ちに外す。

カ　工具・工作物の取り付け・取り外し作業や、工作物の測定は、機械を停止し、ギアニュートラルか電源をＯＦＦにして行うこと。

キ　回転中の機械や工作物を手で触ったり布で拭いたりしてはいけない。特に粗い加工面は、布を巻き込んだり指先を切ったりする危険がある。

ク　刃物や工作物に巻き付いた切屑は、機械を停止して適切な道具を用いて処理する。

ケ　ベッド上に必要でない工具や素材などを置かないこと。

コ　バイトはできるだけ短く取り付ける。長い突き出しは食い込み現象を起こしやすい。

サ　チャックやチャックの爪の精度を悪化させるような取り付け作業はしてはいけない。

シ　細くて長い加工物は、取り付けや切削条件に十分な配慮が必要である。

### (2) フライス盤作業

ア　工作物の取り付け・取り外し作業や加工部の測定は、機械を停止して行う。

イ　刃物の回転中にウエスや手で、加工物の面を拭いたり切屑を払ってはいけない。

ウ　刃物の回転方向を考え危険のない作業位置を取る。

エ　刃物の特性を考え無理のない加工を心がける。

オ　長いアーバー作業には必ずサポートを取り付ける。やむをえずサポートなしで作業するときは、低速回転で行うなど切削条件に注意する。

カ　自動運転を行う際には、すねなどたたかれないように、その危険性があるハンドルは外しておく。

キ　主軸や送りの変換は、回転を止めて確実に行う。

ク　早送りは、刃物の位置、工作物の状態など見極めて行うこと。

ケ　バイスに工作物を挟むとき、口金の中央部を使用するように心がける。

### (3) ボール盤作業

ア　工作物が振り回されないよう、固定したテーブルに確実な取り付けを行う。

イ　小さな加工物・薄板・やわらかい材料の穴あけは、振り回されないよう特に注意が必要である。

ウ　振り回される危険が高いのは、穴の貫通するときとドリルを戻すときである。深穴加工の切屑の詰まりや、切れにくいドリルの使用もその原因になりやすい。

エ　振り回された工作物を無理に手で押えたりしない。直ちに機械を止めてから処置する。

オ　回転中のドリルや巻き付いた切屑に手で触れたりしてはならない。

カ　手袋の着用は巻き込みの原因になるので使用しない。袖口のほつれなどにも注意する。

キ　ドリルやスリーブはテーパー部のあったものを、きれいな布でよく拭いて使用する。

ク　大きな穴を貫通させるときは板材などを下に敷き、工作物をバイスやテーブルに確実に取り付けておく。

ケ　加工物の材質や穴の大きさに合ったドリル形状、穴あけ工具を選び適切な加工条件で加工を行う。

コ　締め付け工具はチャックから必ず外す。

### (4) 電気ハンドドリルを使っての作業

ア　電気ハンドドリルでの穴あけは、腕の力や体の重みを使って強く押し付けるので、穴が貫通する際大きなトルクで体が振られバランスを崩し、危険である。加工物が回転したりすることもある。力の配分を考えて行うこと。

イ　回転中のドリルに曲げモーメントが働くと折れやすく危険である。ドリルが加工面に垂直に

なるよう十分気をつける。

研削砥石の取替え又は取替え時の試運転は、労働安全衛生法に定める特別教育を修了した者でないとできません。

**(5) 研削盤作業**

ア　砥石回転のスイッチを入れる際は、砥石回転方向の正面には立たない。

イ　砥石回転のスイッチを入れてから１～２分間は空転させる。砥石が割れて飛ぶような事態はこの間に起きることが多い。

ウ　砥石表面の凹凸や目詰まりやバランスの狂いは非常に危険であるので、気づいたら早急に工作センター職員に申しでること。

エ　接触面の小さなものや背の高いものなど、不安定な加工物の磁気チャックへの取り付けは、ブロックやバイス、イケールなどを使って確実な取り付けを行う。

オ　早送りを使用するときは砥石と加工物の位置関係をよく見極めてから行う。

カ　適切な切り込みで加工し、決して無理な研削をしてはならない。

キ　工作物の取り付け取り外しや測定作業は、回転を停止させ砥石より十分離して安全な場所で行うこと。砥石の切傷は特に治りにくい。

ク　乾式研削は必ず保護眼鏡をかける。切屑は小さく高温で鋭い。

ケ　使用後は、砥石に吸収された研削液を残さないよう必ず５分前後空転させる。研削液が残っているとバランスの狂いや割れの原因になる。

**(6) 型彫放電加工機、ワイヤー放電加工機**

ア　放電加工部分に切粉が入り込むと加工を不安定にする原因になるので、工場内に装備したエアーを吹き付け、十分に切粉を取り除いておくこと。

イ　黒皮などの絶縁物があると安定な放電加工が持続できないので、事前に取り除いておくこと。

ウ　バリやかえりは、位置決めや安定な放電加工が出来ないので、ヤスリや砥石で取り除いておくこと。

エ　ひどい油汚れなども放電加工に好ましくないので、ウエス等で拭き取ること。

オ　感電防止のために加工時には電極に触れないこと。

カ　火災防止のために液面を工作物最上部よりも 50 ㎜以上上方に設定すること。

キ　トラブル発生時には非常停止ボタンを押し、速やかに工作センター職員へ報告すること。

**(7) マシニングセンター等のＣＮＣ工作機械**

ア　ＮＣプログラムを十分に確認する。必要に応じて、コンピュータシミュレーションを行いＮＣ動作を確認する。

イ　ＮＣプログラム経路に工具干渉がないように十分確認する。

ウ　運転中に機械稼働範囲内に手を出さない。

エ　工作物の材質にあった工具を選択し、適正加工条件で加工を行うこと。

オ　トラブル発生時には非常停止ボタンを押し、速やかに工作センター職員へ報告すること。

**(8) グラインダー**

| |
|---|
| 砥石の取替え又は取替え時の試運転は、労働安全衛生法に定める特別教育を修了した者でないとできません。 |

ア　高速で回転する砥石は、バランスの狂いや表面の変形は危険である。気づいたら、すぐに工作センター職員に申し出ること。

イ　始動から１～２分前後は砥石の正面に立たない。

ウ　砥石の使用面のみを使用し、それ以外の面を使っての作業はしない。

エ　砥石と刃物台との隙間は、１～２㎜以内で使用する。

オ　加工物を無理に押し付けるような、むちゃな作業はしない。

カ　小さな加工物は飛ばされないよう十分注意すること。

キ　手袋をしたり加工物に布を巻いたりして作業をしない。巻き込みの原因になる。

ク　飛んでくる砥粒や切屑から眼を守るため、保護眼鏡を使う。

**(9) 試料切断機**

| |
|---|
| 砥石の取替え又は取替え時の試運転は、労働安全衛生法に定める特別教育を修了した者でないとできません。 |

ア　切削液は、適量であることを確認すること。

イ　砥石の選択は、砥石の消耗・切断精度に重要である。必ず確認すること。取り換えが必要な場合は、工作センター職員に申し出ること。

ウ　切断逃げ溝に入り込むような、小さい物・薄い物の加工は行わない。砥石破損の原因になる。

エ　砥石が破損した場合は、機械を停止し、速やかに工作センター職員に申し出ること。

オ　始動から１分間は、砥石の正面に立たないこと。

カ　自動運転を行う場合は、早送り位置・切削位置を十分に確認すること。

キ　飛んでくる砥粒や切屑から眼を守るため、保護眼鏡を使うこと。

ク　切断は、ワークをクランプした後、スイッチの ON ボタンを押して砥石を回転させ、冷却水の吐出を確認してから静かに切込レバーを移動させ切断を行うこと。切断速度は、カットメーター指針を参考にして調整すること。

**(10) 鋸盤作業**

ア　加工物をバイスに挟むとき、遊びのないよう確実に取り付ける。

イ　不安定な材料の取り付けは、特に注意が必要である。

ウ　加工物の形状や材質に適した刃や加工条件を選んで作業する。選択が難しい場合は、工作センター職員に聞くこと。

エ　切削油は適量を流し、周りを汚さないようにする。

オ　刃の交換が必要な場合は、工作センター職員に申し出ること。

**(11) 帯鋸盤作業**

ア　刃の溶接部は時々点検し、安全であるか確かめる。

イ　刃の交換が必要な場合は、工作センター職員に申し出ること。

ウ　切断面が安定しないなど、異常を発見した場合は、工作センター職員に申し出ること。

エ　小さな加工物の切断には、備え付けの押し具などを使用すること。

オ　無理に加工物を刃に押し付けたりしないで、適切な切断速度で加工する。

**(12) プレス、シャーリング作業**

ア　プレス、シャーリング作業は、指先の切断事故をはじめケガの多い作業のひとつである。慎重に行うこと。

イ　シャーで板金を切断するときは、押え金具など、適切な道具を用いて確実に取り付ける。刃や押え具のそばには手を出さない。

ウ　機械の切断能力を超えている材料、自己の持て余すような大きさの材料は扱わない。

**(13) ガス溶接・溶断作業**

可燃性ガスと酸素を使用した金属の溶接、溶断、加熱の作業は、労働安全衛生法に定めるガス溶接技能講習を修了した者でないとできません。

ア　酸素容器、調整器、トーチなどは、油やグリスの付着した手や手袋のまま操作しない。

イ　調整器、トーチ、導管などの接合は、締め付け具を用いて確実に行うこと。各接合部に漏れがないか石けん水などを使い点検する。

ウ　作業中逆火現象をおこしたら、直ちにトーチの酸素バルブを閉じ、次いでアセチレンバルブを閉める。

エ　逆火をおこした火口は点検し、異状がなければ再び点火する。続いて逆火現象をおこしたらその火口は取り替える。

オ　火口の掃除には備え付けの清掃棒を使用する。穴が大きくなったり変形すると逆火の原因になる。

カ　ガス溶接や溶断は、高温溶金の飛散でヤケドをすることがある。保護眼鏡、手袋、帽子、前掛けなどを着用する。

キ　引火物のそばで作業してはならない。

### (14) 被覆アーク溶接作業

アーク溶接は、労働安全衛生法に定める特別教育を修了した者でないとできません。

ア　電撃による傷害の防止

◇　絶縁性の手袋及び履物を使用する。

◇　汗、水などで濡れた作業服を着用のまま作業しない。

◇　完全に絶縁されたホルダを使用すること。

◇　作業を中止するときは、必ず溶接機の電源を切ること。

イ　有害光線による傷害の防止

◇　アークの強烈な光線を見るときは遮光面を使用する。肉眼でアークを見ると電気性眼炎になる危険がある。

◇　作業にはハンドシールドや保護眼鏡を使用し、必要に応じては、ヘルメットや皮性のエプロン・腕あて・足カバーなども使用する。

◇　作業服の袖を捲ったり、胸の開いた服装で作業しない。

◇　ついたてなどを使用し、他の作業者に害を与えないようアーク光の散乱を防ぐ。

ウ　溶接煙による障害の防止

◇　作業室の換気を十分にする。

◇　乾燥した溶接棒を使用する。

エ　その他の災害防止

◇　直接手で溶接部に触れるときは、ヤケドをしないよう温度を確かめて触れること。

◇　使い終わった溶接棒は、温度が下がったことを確かめてから、決められた場所に捨てること。

◇　可燃性ガスや引火性の高いものをそばに置いて作業しないこと。

◇　不慣れな作業者は、指導を受けてから作業すること。

## 3　各種工作機械や作業機器の不具合、怪我が発生したときの注意事項（事後対策として重要！！）

(1) 工作機械や作業機器等の不具合

ア　作業中に視覚、聴覚、臭覚などから得られる情報から、通常と少しでも異なるような違和感を感じたときは、些細なことでも工作センター職員に連絡し指示を受ける。

イ　機械を故障させたり異常を発見した場合は、速やかに工作センター職員に連絡し必要な指示を受ける。

ウ　落雷等で加工中に突然停電した場合は、使用している機械の主電源を切り、その後は工作センター職員の指示に従う。

エ　寿命や突発的事故等ではなく、不注意で生じた不具合の場合は再発防止のために、不具合の理由、過程等の事情を詳細に工作センター職員に伝える。

(2)怪我等

ア　作業中に怪我をした場合は工作センター職員に連絡し、適任者（工作センター職員が指示した人）から必要な応急措置、適確な治療、その他の指示を受ける。

イ　同等の事故再発を避けるため、治療完了後できるだけ速やかに工作センター職員に怪我の理由、仮定、状況の報告をする。

**※注目！**

**本学の工作センターにおいて最も頻繁に起きる事故は「指先」のケガである。**

**旋盤、フライス盤、研削盤、ボール盤、鋸盤などを用いた機械加工作業におけるケガの発生は、**

**◇鋭利な刃物への不用意な接触**

**◇素手による切屑の処理**

**◇加工物の不安定なセッティングによる振回りや外れなどによって生じる。**

**発生したケガの多くは救急絆創膏等で済む軽症であったが、中には全治１か月の診断を受けた大ケガも記録されている。いずれも指を切断する事故に紙一重と考えられる。製品が完成する満足感を味わうためにも「機械工作の安全心得」を熟読し、ケガのないよう十分に留意し作業を行うように切望する。**

# 第７節　運搬作業、高所作業

運搬作業には、クレーン・デリック・チェーンブロックなどの揚貨装置及び運搬車による作業などがある。高所作業では梯子を用いたり、屋根など高所へ登って作業することがある。

いずれにしても、特定の免許・資格などを有する者でなければ、従事させてはならないものであるから、特に許可されている者以外は、これに従事させたり、従事してはならない。

この種の作業では、作業従事者が複数である場合が多く、かつ、事故による被害が大きい。それゆえ、作業中の指示及び指示系統の明確さが必要とされる。重量物運搬等の作業においては、１人の指示者の下で行うこと。

## １　特定の免許、資格などを必要とする作業

危害の恐れの多い次の業務は、それぞれについて定められている特定の免許・資格などを有する者でなければ、従事させてはならない。

(1) 吊り上げ荷重が５ｔ以上のクレーン、移動式クレーン、その他の揚貨装置及び制限荷重が５ｔ以上のデリックの運転業務

(2) 制限荷重が１ｔ以上の揚貨装置、または吊り上げ荷重が１ｔ以上のクレーン、移動クレーンもしくはデリックの玉掛けの業務

(3) 車輌系建設機械（整地、運搬、積込用など）で機体重量が３ｔ以上のものの運転業務

## ２　上記以外の作業

特定の免許や資格を要しない運転業務には、設備などの構造、機能、作業方法、設備などの取扱い､危険防止などに関する規定について､危険防止のための特別の教育を行った後でなければ、職員、学生をこれに従事させてはならない。

## ３　クレーン、デリック、チェーンブロック等の作業

(1) これらは重量物の上げ下ろし、または移動のために使用するもので、電気的運転または手動によって操作するものであるが、許可された者のみが運転その他の作業に従事するものとし、次のような注意を十分に守ること。

ア　電源設備に手を触れないこと。

イ　上げ下ろし、移動作業中、重量物の下またはその附近から十分離れていること。

ウ　作業者の指示に従って動作し、資格を有しない者が手を出すことが許されるまでは、その危険作業の観察をしていること。

エ　個人個人が真剣に自分の身体の安全を守るため、最大の注意を払うこと。

(2) 運転者以外の者は、談話、ふざけなどを避けて、不注意による不慮の人身事故を招かないよ

う細心の注意を払うこと。この注意を守らない者がある場合、関連する作業・実験に従事させてはならない。

(3) 作業に従事する者は、安全帽（ヘルメット）、安全靴及び作業に適した服装を着用すること。

## ４　運搬車による作業

自家用車は研究・教育などの運搬に用いない方がよいが、用いなければならない場合には次の注意を守ること。

(1) 疲労・多忙などのため、不慮の事故を起こさないよう、特に遠方へ運搬する場合には十分の配慮をして、２人以上で乗車・運転するなど指導者の指示に従うこと。

(2) 積荷はできるだけ低く積み、よく縛り付ける。積み過ぎをしない。

(3) 片積みにならないようにし、品物は車体からはみ出さないようにする。

(4) 重いものを先に積み、軽いものをあとから積む。

(5) 危険物や長物の運搬には、危険標示をする。

(6) 特に必要があるときには、見張りまたは合図者をおく。

## ５　高所作業

(1) 身ごしらえ、身構えをよくして、決して無茶な作業、危険な作業方法をとらないようにする。必ず監視者をおく。

(2) 足場に注意し、安全帯等命綱を必ず使用し，命綱における支持部分の安全確認も必要である。

(3) 屋根上の作業の場合、特に足もとに注意する。特にスレートなどの場合には、踏板を準備する。また、梁などの上を通らなければならないときは、特に注意すること。

(4) 高所作業においては、滑りやすい履物は絶対用いてはならない。

(5) これ位の高さの場所と、あなどってはいけない。わずかに高い所でも、落ちようによっては死亡することがある。

(6) 足場、屋根、命綱、梯子などを用いるときは、十分に安全なことを確かめてから作業にかかる。

(7) 高所における力作業は、地上での半分くらいの力でやめておく。

(8) 足場、屋根の上に重いものを上げ、または持ち歩いてはいけない。

(9) 梯子についての心得

ア　梯子は丈夫なもので、長過ぎず、よく適したものを用いる。梯子をかけるときは、足場が堅固である所を選び、開き戸の前、通路で人の通る可能性のある場所を避けて、下に監視者をおく。壁に対して 15°くらいが適当である。

イ　梯子はぬれていたり、油じみていたりして、滑りやすい状態では使用しない。また、横木が折れる心配のあるものは使用しない。

ウ　梯子の昇降は、必ず一人で行い、手に物を持たない。